

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Method and apparatus for ink chamber evacuation

Patent Number: ☐ EP0838337, B1
Publication date: 1998-04-29
Inventor(s): WEBER TIMOTHY L (US)
Applicant(s): HEWLETT PACKARD CO (US)
Requested Patent: ☐ JP10128977
Application Number: EP19970302598 19970416
Priority Number(s): US19960738516 19961028
IPC Classification: B41J2/14; B41J2/05
EC Classification: B41J2/14B2G, B41J2/14B3
Equivalents: CN1181313, DE69714941D, DE69714941T, TW453953
Cited patent(s): EP0641654; EP0654353; DE19505465

Abstract

The present invention is a printhead (12) for ejecting fluid droplets (32). The printhead (12) includes a chamber member (18, 20) defining a chamber (26). The chamber member (18, 20) has a chamber volume associated therewith. The chamber member (18, 20) defines an orifice (16) and a fluid inlet (22) through which fluid flows to the chamber (26). Also included is a heating member (28) for heating fluid within the chamber (26). The chamber (26) ejects a fluid droplet (32) having a volume equal to the

chamber volume in response to activation of the heating member (28). 

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-128977

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月19日

(51) Int.Cl.⁶

B 4 1 J 2/05

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 B

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-311440

(22) 出願日 平成9年(1997)10月27日

(31) 優先権主張番号 7 3 8 5 1 6

(32) 優先日 1996年10月28日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000400

ヒューレット・パッカード・カンパニー
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000

(72) 発明者 チモシイ・ウエバー

アメリカ合衆国オレゴン州コーバリス ビ
ルキントン エヌ・イー 2900

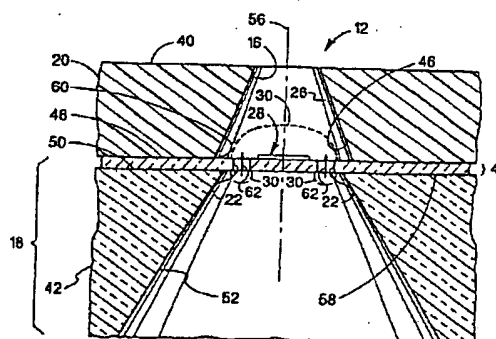
(74) 代理人 弁理士 久保田 千賀志 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プリントヘッドおよび液体滴の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 熱効率が高く、高い印字頻度で印字することができ、また信頼性が高く、故障することなく延長した(長時間の)印字を行うことができ、比較的容易に製造されて、全体のコストが比較的低いプリントヘッドおよび液体滴の形成方法を提供する。

【解決手段】 液体滴(32)を噴出するプリントヘッド(12)において、チャンバ容積を有するチャンバ(26)を規定し、オリフィス(16)と、そこを通過して液体がチャンバ(26)へと流れる液体入口(22)とを規定するチャンバ部材(18, 20)、および前記チャンバ(26)内の液体を加熱する加熱部材(28)を含み、前記チャンバ(26)は、前記加熱部材(28)の起動にตอบสนองして前記チャンバ容積と略等しい体積を有する液体滴(32)を噴出する、ことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液体滴（32）を噴出するプリントヘッド（12）において、

チャンバ容積を有するチャンバ（26）を規定し、オリフィス（16）と、そこを通過して液体がチャンバ（26）へと流れる液体入口（22）とを規定するチャンバ部材（18、20）、および前記チャンバ（26）内の液体を加熱する加熱部材（28）を含み、

前記チャンバ（26）は、前記加熱部材（28）の起動にตอบสนองして前記チャンバ容積と略等しい体積を有する液体滴（32）を噴出する、ことを特徴とするプリントヘッド。

【請求項2】 液体滴（32）を形成する方法において、

オリフィス（16）を規定するチャンバ部材（18、20）によって規定されるチャンバ（26）を、液体で充填するステップ、および、

前記チャンバ（26）内の加熱要素（28）を用いて前記チャンバ（26）内の液体を加熱して、膨張する気泡を形成するステップ、を含み、

前記チャンバ（26）内の液体を加熱して、膨張する気泡を形成するステップにおいて、前記気泡が、最初の位置が前記加熱要素（28）に近接し最後の位置が前記オリフィス（16）に近接する気泡前面（30）を有し、前記最後の位置で前記気泡が大気へ排気され、前記膨張する気泡が、前記最初の位置から前記最後の位置に膨張する間、前記チャンバ（26）の容積に等しい体積の液体を押しつける、ことを特徴とする液体滴（32）を形成する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリントヘッドおよび液体滴の形成方法に関し、より詳細には、インクジェットのプリントヘッド用のインク・チャンバの排気のための装置および方法に関する。

【0002】

【技術背景】インクジェット印字用インクジェット・プリンタは、その中でインクの小滴が形成され印字媒体に向かって噴出される、ペンを含む。かかるペンは、そこを通過してインク滴が噴出される複数の小さなオリフィスを有するオリフィス部材または板を有するプリントヘッドを含む。オリフィスに隣接してインク・チャンバがあり、オリフィスを通して噴出される前のインクはこのインク・チャンバにある。インクは、インク供給容器の液体通路内のインク・チャンネルを通過してインク・チャンバに送出される。インク供給容器は、ペンのリザーバ部内に収容されていてもよく、「オフ・アクセス」のインク供給容器の場合には、プリントヘッドから間隔をおいて配置された別個のインク容器内に収容されていてもよい。

【0003】オリフィスを通して行われるインク滴の噴出は、隣接するインク・チャンバ内のある体積のインクを急速に加熱ことによってなされてもよい。このような熱プロセスによって、チャンバ内のインクは過熱され、気泡を形成する。気泡の形成は、「核形成」として知られている。気泡が急激に膨張することによって、オリフィスを通してインクを付勢する。この過程は、「発射」と呼ばれることもある。チャンバ内のインクは、通常、チャンバ内に配置された抵抗加熱要素を用いて加熱される。

【0004】いったんインクが噴出されると、インク・チャンバは、インク・チャンバとの液体通路内のインク・チャンネルからのインクで再充填される。インク・チャンネルは、その大きさが、通常、印字速度が最大になるよう、インク・チャンバを急速に再充填するようなものとされる。チャンバに流入したりチャンバから流出する動くインクの慣性を制動したり制御するために、インク・チャンネルによる制動が行われることもある。インク・チャンネルとインク・チャンバの間でのインクの流れを制動することによって、それぞれメニスカスが縮小（recoiling）したり膨らんだりする原因となるインク・チャンバの充填不足や過充填を、回避したり最小限にすることができる。

【0005】インク・チャンバ内で気泡が膨張するとき、その膨張する気泡はインク・チャンネル内へと拡大し得るようになる。気泡のインク・チャンバ内への膨張は、「逆流」として知られている。逆流が起きると、インク・チャンネル内のインクがインク・チャンバから離れる方向に付勢される結果になる傾向がある。気泡が押しのけるインクの体積は、ノズルから噴出されるインクと、インク・チャンバから離れる方向にインク・チャンネルへ付勢されるインク、の両方によるものである。従って、逆流が起ると、インク・チャンバから与えられた大きさの滴を噴出するのに必要なエネルギー量が増大することになる。与えられた大きさの滴を噴出するのに必要なエネルギーは、「ターンオン・エネルギー」（TOE）と呼ばれる。ターンオン・エネルギーが高いプリントヘッドは、ターンオン・エネルギーが低いプリントヘッドよりも効率が悪い傾向があり、従って、放散する熱が多い。熱を放散する能力が一定であると仮定すると、熱効率がより高いプリントヘッドは、熱効率がより低いプリントヘッドよりも、高速印字を行うことができる、すなわち印字頻度（frequency）を高くすることができる。

【0006】ターンオン・エネルギーとは、プリントヘッドのオリフィスから所定量のインクを噴出するのに十分な大きさの気泡を形成するのに十分な量のエネルギーである。その後気泡は、つぶれてインク・チャンバ内に戻る。プリントヘッド内の、気泡がつぶれる近傍にある部品は、発射の間に気泡がつぶれるときに、キャビテー

ションの応力を受けやすい。特に、加熱要素すなわち抵抗器が、キャビテーションによる損傷を受けやすい。通常、薄い保護パッシベーション層が抵抗器の上に塗布され、キャビテーションの結果生じる応力から抵抗器を保護している。キャビテーションによる損傷を防止または制限するためにパッシベーション層を用いることに伴う問題は、このパッシベーション層によって、与えられた大きさの滴を噴出するのに必要なターンオン・エネルギーが増大する傾向がある、ということである。

【0007】

【発明の目的】熱効率が高く、高い印字頻度で印字することができるプリントヘッドの必要は、常に存在する。こういったプリントヘッドは、信頼性が高く、故障することなく延長した（長時間の）印字を行うことができるべきである。さらにこういったプリントヘッドは、比較的容易に製造されて、プリントヘッド全体のコストが比較的低くなるべきである。

【0008】最後に、こういったプリントヘッドは、印字媒体上に高品質の画像を形成することができるべきである。こういったプリントヘッドは、プリントヘッドで用いる非常に様々なインクにわたって、同一またはほぼ同一の滴体積を有する滴を形成することができるべきである。例えば、プリントヘッドは、インクの表面張力やインクの粘度に関わらず、選択された滴体積を供給することができるべきである。このようにすることによって、同一のプリントヘッドを様々な異なる印字用途に用いることができるようになる。さらに、プリントヘッドが形成する滴は、はね散り、インクのたまり、そして一般的に低い印字品質、という結果になる傾向があるテール部（tails）を有するべきでない。さらに、こういったプリントヘッドは、インク滴が噴出中に良好に規定されていないときに結果として生じる傾向がある、発射したインクの軌跡の誤差を、最小にすることができるべきである。本発明は、上記のような要求に応えることを目的をしている。

【0009】

【発明の概要】本発明は、液体滴を噴出するプリントヘッドおよびその動作方法である。プリントヘッドは、チャンバを規定するチャンバ部材を含む。チャンバ部材は、関連するチャンバ容積を有する。チャンバ部材は、オリフィス、および、そこを通過して液体がチャンバへと流れる液体入口、を規定している。チャンバ内の液体を加熱する加熱部材も含まれている。チャンバは、加熱部材の起動にตอบสนองして、チャンバ容積と等しい体積を有する液体滴を噴出する。

【0010】好適な一実施例において、加熱部材は、チャンバ容積に比べて大きい関連する面積を有する、抵抗加熱要素である。この好適な実施例において、オリフィスの開口部は、液体入口に関連する開口部の大きさに比べて大きい。

【0011】

【発明の実施例】図1は、本発明を実施するように構成され配置されたプリントヘッド12を組み込んだインクジェット・ペンを示す。ペン10の好適な実施例は、インク等の液体の供給容器を保持する内部のリザーバを規定するペン本体14を含む。液体は、ペン本体14内の液体の供給容器に連絡する複数のオリフィス16を通過して、プリントヘッド12から噴出される。または、オフ・アクセスのインク供給容器の場合のように、液体は、プリントヘッド12から間隔をおいて配置した液体の供給容器によって、プリントヘッド12に供給してもよい。

【0012】本発明のプリントヘッド12を説明する前に、図2（a）、図2（b）、図2（c）に示す従来技術のプリントヘッド12'およびその動作方法をまず説明するのが役立つであろう。プリントヘッド12'は、正確な縮尺率で描かれたものではなく、プリントヘッド12'の構造を正確に表すよう意図したものでもない。一連の時間間隔で図2（a）、図2（b）、図2（c）に示したプリントヘッド12'は、プリントヘッド12'の滴噴出のシーケンスを示す。

【0013】プリントヘッド12'は、基板18、オリフィス部材20、液体のチャンネル22、を含む。オリフィス部材20は、そこから液体が噴出されるオリフィス16を規定している。基板18、液体のチャンネル22、オリフィス部材20はすべて、液体のチャンバ26を規定している。液体のチャンバ26に近接して、加熱要素28が配置されている。

【0014】図2（a）は、破線で表した気泡前面30を有する気泡の形成を示す。気泡は、加熱要素28の起動後すぐに形成される。気泡形成の間、気泡前面30は、加熱要素28から液体のチャンバ26内へと放射状に膨張する。気泡前面30を有する気泡が液体のチャンバ26内に膨張するにつれて、チャンバ26内の液体は押しのけられ、液体はオリフィス16を通過して付勢され、滴32を形成する。

【0015】図2（b）は、図2（a）から少し後の滴噴出のシーケンスを示す。この図面において、気泡前面30はその最大の大きさに達し、すなわち加熱要素28から放射状に最大に離れ、つぶれて加熱要素28に向かって戻り始めている。滴32は、オリフィス16から現れるとき、長いストリーマ34につながっている。ストリーマ34は、液体の表面張力と粘度の結果生じたものである。ストリーマ34は、滴32をプリントヘッド12'に弾性的に結びつける傾向がある。

【0016】図2（c）は、図2（b）の図の少し後の、プリントヘッド12'の滴噴出のシーケンスを示す。気泡前面30はほとんど、つぶれて加熱要素28上にまで戻っている。気泡前面30がつぶれた結果、オリフィスの出口平面付近の領域では、ストリーマ34を破

壊し滴32を開放する傾向がある速度勾配が発生する。滴32は、ストリーマ34が長いために生じるテール部36を有する。ストリーマ34の残りの部分38は、つぶれる気泡30によって、オリフィス16内へと引き戻される。

【0017】図3(a)、図3(b)、図3(c)、図3(d)は、本発明の滴噴出方法を説明するための、本発明のプリントヘッド12を一連の時間間隔で簡単に表したものである。図3(a)～図3(d)は、正確な縮尺率で描かれたものではなく、実際のプリントヘッド12を表すよう意図したものでもなく、単に本発明の液体滴32を形成する技術を説明するよう意図したものである。

【0018】図3(a)は、基板18、オリフィス部材20、液体入口22を含む、本発明のプリントヘッド12を示す。オリフィス部材20は、オリフィス16を規定している。基板18、オリフィス部材20、液体入口22はすべて、液体のチャンバ26を規定している。液体のチャンバ26に近接して、加熱要素28が配置されている。加熱要素28の起動後すぐのプリントヘッド12が示されている。チャンバ内の液体を加熱することによって、加熱要素28に近接して気泡が形成される。気泡は、破線で表した気泡前面30を有し、この気泡前面30は、加熱要素28から外側に略放射方向に膨張する。膨張する気泡前面30は、チャンバ26内の液体を押し始める、液体をオリフィス16を通して付勢する。液体がオリフィス16を通して付勢されるにつれて、滴32がオリフィス16から現れ始める。

【0019】図3(b)は、気泡前面30を有する気泡のさらなる成長を示す。気泡前面30は、加熱要素28から液体のチャンバ26内へと放射状に膨張する。気泡前面30がチャンバ26内に成長するにつれて、チャンバ内の液体は気泡に押しのけられ、その結果、オリフィス16から滴32が現れる。気泡前面30は、オリフィス16の平面を通して膨張し、プリントヘッド12を取り囲む大気に排気される。図3(a)および図3(b)の気泡膨張のシーケンスの間、押しのけられた滴の略全部または大部分が、図3(b)に表されるように、オリフィス16を通して噴出される。従って、液体滴32の体積は、液体のチャンバ26の容積と略等しい。

【0020】チャンバ26内の液体のうちの比較的少量が、液体入口22に付勢される(押し戻される)かもしれない。本発明のプリントヘッド12は、オリフィス16の流体抵抗が液体入口22の流体抵抗に比べて小さく、チャンバの液体の大部分がオリフィス16を通して付勢されるように、選択される。流体抵抗に影響を及ぼす要因のひとつは、オリフィス16および液体入口22の液体の開口部の大きさである。本発明のプリントヘッド12では、オリフィス16の大きさの、液体入口22の大きさに対する比が大きいため、押しのけられた液体

の大部分がオリフィス16を通して噴出される。液体入口22およびオリフィス16の流体抵抗に影響を及ぼす他の要因としては、液体の流れの向きを変える流れの障害物や、液体入口または大気を与える背圧がある。

【0021】図3(c)は、図3(b)から少し後の、プリントヘッド12の滴噴出のシーケンスを示す。気泡前面30がオリフィス16の平面を通り過ぎると、気泡が大気に排気される。気泡が排気されると、その結果、滴32の速度が比較的速くなる傾向がある。噴出された滴32が高い速度勾配を有しているため、滴32は、液体の表面張力および粘度に打ち勝つことができ、図2(b)に示すようなストリーマ34の形成が防止される。ストリーマ34があると、滴32をプリントヘッド12に結びつける弾性のために、滴速度が低下する傾向がある。ストリーマ34が形成されないため、滴は、高速で印字媒体に向かって引き続き軌跡上を進む。プリントヘッド12が形成する滴32は、図3(c)および図3(d)に示すように、単一で球形の滴32である傾向がある。いったん気泡が排気されると、液体入口22からの液体がチャンバ26に流入し、図3(c)および図3(d)に示すようにチャンバ26を再充填する。

【0022】図4および図5は、本発明のプリントヘッド12の好適な実施例を示す。プリントヘッド12は、図3(a)、図3(b)、図3(c)、図3(d)に開示した技術による滴噴出を行うように構成されている。図4は、プリントヘッド、およびオリフィス16のうちの1つ、を通る、極端に拡大した断面図である。図4において、オリフィス16が、オリフィス部材または板20の外面40内に形成されているのがわかる。オリフィス部材20は、基板18に取り付けられている。基板は、以下により十分に説明するように、シリコンのベース42および支持層44を含む。

【0023】オリフィス16は、オリフィス板20内に形成された液体のチャンバ26の板20を貫く開口部である。オリフィス16の直径は、例えば、約12から16 μm であってもよい。

【0024】図4において、上に行くほど細くなった側壁46を有し、それによって略円錐台形のチャンバを規定するチャンバ26、を示す。チャンバ26の底部は、基板18の上面48によって略規定されている。

【0025】多数の液体のチャンバの形状のいずれであっても十分である、ということが意図されるが、とはいえ、チャンバの容積は、オリフィス16に向かう方向に略低減していく。図4の実施例において、オリフィス板20は、スピン・オンまたは積層のポリマーを用いて形成してもよい。ポリマーは、厚さが約10から30 μm である、ダウケミカル社からCYCLOTENEの商標の下で商業的に購入できるものでもよい。ポリアミド、ポリメチル・メタクリレート、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリエチレン・テレフタレート、またはそれ

らの混合物等、適当なポリマー膜であれば他のいかなるものを用いることもできる。または、オリフィスは、電着技術によって製造される金メッキを施したニッケル部材で形成されてもよい。

【0026】シリコンのベース42の上面50は、支持層44でコーティングされている。支持層44は、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、炭化ケイ素、タンタル、ポリシリコンガラス、その他、基板のシリコンのベース42とは異なったエッチャント感度を持つ、機能的に同等の材料で形成される。

【0027】支持層44が形成された後、この層を貫いて延びる2つの液体入口22が形成される。好適な実施例において、支持層44の上面48は、以下に説明するように、オリフィス板20が基板18に取り付けられる前、そしてチャンネル52がベース42内にエッチングされる前に、入口22を形成するようにパターンニングされエッチングされる。

【0028】基板18の上面48には、薄膜抵抗器28が取り付けられている。この好適な実施例において、抵抗器が形成されるのは、入口22が形成された後であるが、オリフィス板20が基板18に取り付けられるよりも前である。抵抗器28は、長さ約12 μ m、幅約12 μ mであってもよい(図5参照)。抵抗器上に非常に薄い(約0.5 μ m)パッシベーション層(図示せず)をデポジットして、用いる液体から保護するようにしてもよい。このパッシベーション層は、液体が抵抗器を損傷しないものである場合には、もっと薄くしたり、あるいは省いてしまってもよい。支持層、抵抗器、パッシベーション層の全体の厚さは、約3mm、あるいはそれよりも薄くすることができる。

【0029】抵抗器28は、入口22にすぐ隣接して配置されている。抵抗器28は、印加される電圧パルスによって選択的に通電されると、オーム加熱器としての役割を果たす。この点に関して、それぞれの抵抗器28は、抵抗器の対向する2辺において、導電トレース54と接触している。トレース54は基板18上にデポジットされ、プリンタのマイクロプロセッサに電気的に接続されていて、電圧パルスを伝える。導電トレース54は図5に示す。

【0030】好適なオリフィス板20は、基板48の上、支持層44の上面48上に置かれている。この点に関して、板20は、積層され、液体の形状でスピン・オンされ、所定位置に成長されまたはデポジットされたり、あるいは所定位置にメッキ張りされたりすることができる。板20は、支持層44に固着されている。

【0031】抵抗器28は、マイクロプロセッサによって選択的に加熱すなわち駆動され、液体で充填されたチャンバ26内に、気泡前面30(図4において破線で示す)を有する気泡を発生する。気泡前面30が膨張する結果として、図3(a)~図3(d)に示すように、チ

ャンバ26内の液体が噴出され、オリフィス16の中心軸56を通して動き、オリフィス16を出て気泡を大気に排気する。気泡前面30がチャンバ26を通して膨張するにつれて、チャンバ26内の液体はオリフィス16を通して押し出される。

【0032】基板18のベース42には、入口22と液体を伝達する液体のチャンネル52が形成されている。好ましくは、チャンネル52は、ベース42の下側から支持層44の下側58まで、異方性エッチングによってエッチングされている。

【0033】本発明によれば、ペン本体14のリザーバ内に存在する液体は、毛管現象によってそれぞれのチャンネル52および入口22を通して流れ、液体のチャンバ26を充填する。この点に関して、チャンネル52の容積は、液体入口22よりもかなり大きい。チャンネル52は、1つより多いチャンバ26に液体を供給するように向けられていてもよい。それぞれのチャンネル52は、基板のベース42に刻まれ、またペンのリザーバとの直接の液体通路となるさらに大きなスロット(図示せず)と接続するように延びていてもよい。基板のベース42は、ペン本体の表面に接合されており、ペン本体の表面はチャンネル52の境界を規定する。

【0034】チャンバ26に入る液体はすべて、入口22を通して導かれる。この点に関して、チャンバ26の下端60は、入口22および抵抗器28を完全に取り囲んでいる。

【0035】好適な実施例において、チャンバ26の容積の、加熱要素28の面積に対する比は低く、気泡前面が十分膨張してオリフィス16の平面を通り過ぎて延び、気泡を大気に排気するようになっている。抵抗加熱要素については、加熱要素28が供給する単位時間当たりのエネルギーすなわちパワーは、抵抗器28の面積の全面にわたる抵抗器28の長さに関係する。同じ長さに形成した抵抗器については、抵抗器内で放散されるパワーは、抵抗器28の面積に関係する。従って、確実に気泡前面30がオリフィス16を通して排気されて液体のチャンバ26の中味が全部オリフィス16を通して付勢されるようにするには、チャンバ26の容積の、抵抗器の面積に対する比を低くするべきである。

【0036】重要なのは、気泡前面30が、チャンバ26内の液体が液体入口22に付勢されるようにではなくオリフィス16から押し出されるように膨張する、ということである。確実に、チャンバ26内の略すべての液体が液体入口22に付勢されるのではなくオリフィス16から押し出されるようにするには、オリフィスの抵抗の、逆流の抵抗に対する比を小さくするべきである。好適な実施例のオリフィスの抵抗は、オリフィスの面積に関係する。好適な実施例の逆流の抵抗は、それぞれの液体入口22の面積の合計に関係する。

【0037】表1は様々な異なる構成の、いくつかの異

なるプリントヘッド12についてのシミュレーション結果を示す。表1に示すプリントヘッドにおいて、抵抗器の面積は平方マイクロメートル(μm^2)で、チャンバの容積はマイクロリットル($\mu\text{ liters}$)で示す。本実施例では、表1のデータより、チャンバの容積の、抵抗器の面積に対する比が15.6であるプリントヘッド12が、チャンバ26内の液体の略すべての体積をオリフィス16を通して噴出するのに適している。

【0038】好適な実施例において、オリフィス16の抵抗と逆流の抵抗は、それぞれの長さをそれぞれの面積に割ったものに比例する。長さが共に一定であるので、

| 抵抗器面積 (μm^2) | チャンバ容積 ($\mu\text{ liters}$) | 容積/面積 | オリフィス面積 /入口面積 | 滴速度 (m/s) |
|------------------------------|-----------------------------------|-------|------------------|-------------------------|
| 100 | 1000 | 10 | 0.82 | 25 |
| 64 | 1000 | 15.6 | 0.74 | 0.2-2 |
| 196 | 2744 | 14 | 5 | 16.1 |
| 144 | 1728 | 14 | 1.43 | 25 |

【0040】好適な実施例において、入口22は、抵抗器28にすぐ隣接して配置されており、噴出が起こると膨張した気泡前面30によって入口22が塞がれてチャンバ26内の液体のチャンネル52内への逆流が防止されるような大きさである。入口22を塞ぐことによって、有効な逆流の抵抗が増大し、チャンバ26内のより多くの液体がオリフィスを通して噴出されるようになる。

【0041】特に、入口22は、チャンバ26に近接しており(チャンバ26からあまり間隔を置いて配置されておらず)、入口22とチャンバ26の接合部が抵抗器28に非常に近いように配置されている。好適な実施例において、それぞれの入口22は、抵抗器部材の長さのわずか25%だけ抵抗器28から間隔を置いて配置されているに過ぎない。

【0042】さらに、膨張する気泡前面30が確実に入口の面積を覆い、従って塞ぐことができるように、入口とチャンバ26の接合部における入口の断面積は、十分小さくなっている。気泡が入口22内に動きそれによってチャンバ26とチャンネル52の間のいかなる液体インクの進路もなくなると、気泡前面30がこのような塞ぎを達成する。先に触れたように、このような進路をなくすことによって、気泡が膨張するにつれてチャンバ26内の液体がチャンネル52内に逆流するということが防止される。

【0043】図4に破線で示すように、気泡前面30が入口22を完全に貫通してチャンネル52の中にわずかに膨張しているときに、最も良好に液体の進路がなくなる。好適な実施例において、入口の全面積は、抵抗器の面積の約120%よりも小さくあるべきである。

【0044】プリントヘッドを、好適な実施例に関して今説明したものと異なる構成にして、膨張した気泡によって入口(1つまたは複数)を塞ぐようにしてもよ

オリフィス16の抵抗と逆流の抵抗の両方とも、それぞれオリフィス16の面積および入口22の面積によって表すことができる。オリフィスの面積の、入口の面積に対する比が5であるプリントヘッド12が、チャンバ26内の液体の略すべての体積をオリフィス16を通して噴出するのに適している。表1に示すシミュレーション結果は、チャンバの排気が起こる全範囲を表すよう意図したものではなく、チャンバの排気が起こる例をいくつか示すよう意図したものである。

【0039】

【表1】

い。この点に関して、抵抗器または加熱部材から入口までの距離、および入口の断面積は、いくつかの変数によっては、上に述べたものより大きくなっても小さくなくてもよい。かかる変数には、例えば、液体の粘度および関係する熱力学的性質、抵抗器の単位面積当たりの抵抗器の熱エネルギー、それに沿って液体および気体が動く部分の材料の界面エネルギー、等がある。

【0045】好適な実施例において、抵抗器のエネルギー密度は約 $4\text{ nJ}/\text{m}^2$ であり、インクの粘度は約 3 cP 、沸点は約 100°C である。

【0046】このように入口22の向きを定める(従って液体の通路62の向きを定める)結果として、図3(c)および図3(d)に示すように、いったん気泡前面がオリフィス板を突破して大気に排気されると、再充填の間にチャンバ26に流入する液体の流れの運動量によって気泡前面30が持ち上げられ、液体のチャンバ26が液体で充填される。

【0047】ここで、図4および図5で示す今説明した好適な実施例では入口22と抵抗器の特定の配置を開示しているが、多くの異なる配置を用いることもできる、ということは注目に値する。例えば、図5では4つの入口22を示しているが、これまで説明してきたチャンバの容積の大きさ、チャンバの容積の抵抗器の面積に対する比、オリフィスの抵抗の逆流の抵抗に対する比、の関係を満たしながら、これより少ないまたは多い入口を用いることができる、ということが理解されよう。さらに、入口22は、チャンバ26に関して様々な異なった配置をしてもよい。

【0048】図1、図3(a)、図3(b)、図3(c)、図3(d)、図4、図5に示す本発明のプリントヘッド12の動作には、いくつか利点がある。第1に、本発明のプリントヘッド12の印字品質は、改良される傾向がある。本発明のプリントヘッド12が形成す

る滴32は、単一の小さな滴であり、略球形であり、高速で噴出され、ストリーマ34が形成されない。ストリーマ34のない滴32を形成することによって、テール部がなくなったり非常に低減される。液体滴にテール部36があると、その結果、発射したインクの軌跡の誤差やインクのたまりが生じる可能性があり、これらは印字品質を低下させる。滴の速度が高速であることも、インクの軌跡の誤差を低減する傾向がある。滴の速度が高速になると、その結果、滴32が気流等の外力にさらされる間隔が低減し、それによって、滴32にかかるこういった外力の影響が低減される。さらに、ストリーマ34およびテール部36があると、その結果、より小さい滴がいくつも形成される可能性があり、それによって、単一の滴ではなくスプレー状のインクが形成される傾向がある。このようなスプレー状のインクは、結果として印字品質を低下させる傾向がある。これとは対照的に、単一の小滴32を形成すると、その結果、印字媒体上にインクのたまりがないインクの点または印が良好に形成される傾向があり、その結果印字品質が良好になる。

【0049】第2に、本発明のプリントヘッド12は、プリントヘッドがより低いターンオン・エネルギーで動作しプリントヘッド内で熱の蓄積がより少ないようにする、改良した熱特性を有する傾向がある。本発明のプリントヘッド12において、気泡は大気に排気される。気泡を排気することによって、気泡がチャンバ26内につぶれることが回避される。気泡がチャンバ26内につぶれないので、加熱要素28をキャビテーションの応力から保護するのに用いるパッシベーション層を薄くしたり省くことができ、ターンオン・エネルギーが低減しプリントヘッド12の効率がよくなる。さらに、気泡を排気することによって、圧縮潜熱が大気に開放され、プリントヘッド12から熱を開放し、それによってプリントヘッド12内での熱の蓄積が防止される。プリントヘッド12内で熱が蓄積されると、その結果として、プリントヘッド12の過熱が起こったり、あるいはプリントヘッド12の過熱を回避するため印字速度にいくらか制限を設けることになる傾向がある。

【0050】最後に、本発明のプリントヘッド12は、チャンバ16内の略全てのインクを噴出する。従って、滴の大きさは、チャンバ26の大きさによって略決定され、抵抗器の大きさ、液体の粘度、表面張力、等の従来技術のプリントヘッド12'では滴の大きさを変える要因であったものによって決定されるのではない。従って、本発明のプリントヘッド12は、様々な製造における変数やインクの組成(formulations)に関係なく、より一定の大きさの滴を供給することができる。

【0051】以上述べたように、本発明のプリントヘッドは、

〔1〕液体滴(32)を噴出するプリントヘッド(1

2)において、チャンバ容積を有するチャンバ(26)を規定し、オリフィス(16)と、そこを通過して液体がチャンバ(26)へと流れる液体入口(22)とを規定するチャンバ部材(18、20)、および前記チャンバ(26)内の液体を加熱する加熱部材(28)を含み、前記チャンバ(26)は、前記加熱部材(28)の起動にตอบสนองして前記チャンバ容積と略等しい体積を有する液体滴(32)を噴出する、ことを特徴とし、〔2〕～〔8〕に記載のように好適な実施例を有する。

【0052】〔2〕前記加熱部材(28)が、前記チャンバ容積に比べて大きい関連する面積を有する抵抗加熱要素であることを特徴とする、〔1〕に記載のプリントヘッド(12)。

【0053】〔3〕前記オリフィス(16)が、前記液体入口(22)に関連する開口部の大きさに比べて大きい開口部を有することを特徴とする、〔1〕または〔2〕に記載のプリントヘッド(12)。

【0054】〔4〕前記チャンバ(26)が、前記加熱部材(28)に関して、単一の液体滴(32)のみを形成するような大きさであることを特徴とする〔1〕～〔3〕の何れかに記載のプリントヘッド(12)。

【0055】〔5〕前記プリントヘッド(12)が、5ピコリットルよりも小さい滴体積を有する滴(32)を形成するような大きさおよび配置になっていることを特徴とする、〔1〕～〔4〕の何れかに記載のプリントヘッド(12)。

【0056】〔6〕前記加熱部材(28)が、関連する抵抗器の面積を有する抵抗器であり、前記プリントヘッド(12)のチャンバ容積の、抵抗器の面積に対する比が、50ピコリットル/平方マイクロメートルよりも少ないことを特徴とする〔1〕～〔5〕の何れかに記載のプリントヘッド(12)。

【0057】〔7〕前記チャンバ(26)が、テール部(36)のない単一の液体滴(32)を噴出するように配置されていることを特徴とする、〔1〕～〔6〕の何れかに記載のプリントヘッド(12)。

【0058】〔8〕前記加熱部材(28)が、前記チャンバ容積に関して、気泡が大気に排気されるのに十分なエネルギーを供給することを特徴とする、〔1〕～〔7〕の何れかに記載のプリントヘッド(12)。

【0059】また、本発明の液体滴(32)を形成する方法は、

〔9〕液体滴(32)を形成する方法において、オリフィス(16)を規定するチャンバ部材(18、20)によって規定されるチャンバ(26)を、液体で充填するステップ、および、前記チャンバ(26)内の加熱要素(28)を用いて前記チャンバ(26)内の液体を加熱して、膨張する気泡を形成するステップ、を含み、前記チャンバ(26)内の液体を加熱して、膨張する気泡を形成するステップにおいて、前記気泡が、最初の位置が

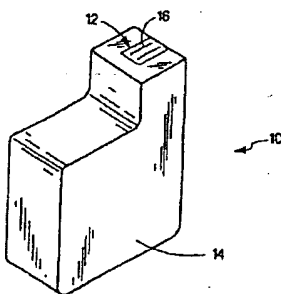
前記加熱要素(28)に近接し最後の位置が前記オリフィス(16)に近接する気泡前面(30)を有し、前記最後の位置で前記気泡が大気に排気され、前記膨張する気泡が、前記最初の位置から前記最後の位置に膨張する間、前記チャンバ(26)の容積に等しい体積の液体を押しつける、ことを特徴とし、[10]のような好適な実施例を有している。

【0060】[10] 前記気泡が大気に排気されない対応するプリントヘッド(12')に関連する最大動作頻度よりも高い最大動作頻度で、前記チャンバ(26)を液体で充填し前記チャンバ(26)内の液体を加熱することを繰り返す段階をさらに含む、[9]に記載の液体滴(32)を形成する方法。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、熱効率が高く、高い印字頻度で印字することができ、また信頼性が高く、故障することなく延長した(長時間の)印字を行うことができ、比較的容易に製造されて、全体のコストが比較的低いプリントヘッドを提供できる。また、本発明では、非常に様々なインクにわたって、同一またはほぼ同一の滴体積を有する滴を形成することができ、インクの表面張力やインクの粘度に関わらず、選択された滴体積を供給することができる。これにより、同一のプリントヘッドを様々な異なる印字用途に用いることができるようになるし、前記滴にはテール部が生じないか生じてもわずかであり、しかも発射したインクの軌跡の誤差を、最小にすることができる。

【図1】



【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による、インク・チャンバの排気を行うよう構成され動作されるプリントヘッドを組み込んだインク・ジェットのプリントヘッドの斜視図である。

【図2】(a)～(c)は、従来において、気泡が滴噴出後インク・チャンバ内でつぶれる、プリントヘッドの滴噴出のシーケンスを示す断面図である。

【図3】(a)～(d)は、気泡が大気に排気される、本発明のプリントヘッドの滴噴出のシーケンスの断面図である。

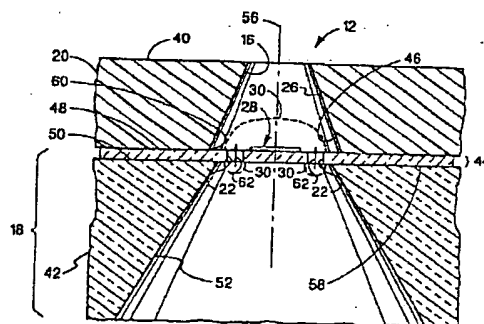
【図4】複数のインク・チャンバのうちの1つを通る、図1のプリントヘッドの好適な実施例の拡大断面図である。

【図5】図4の好適な実施例の平面図である。

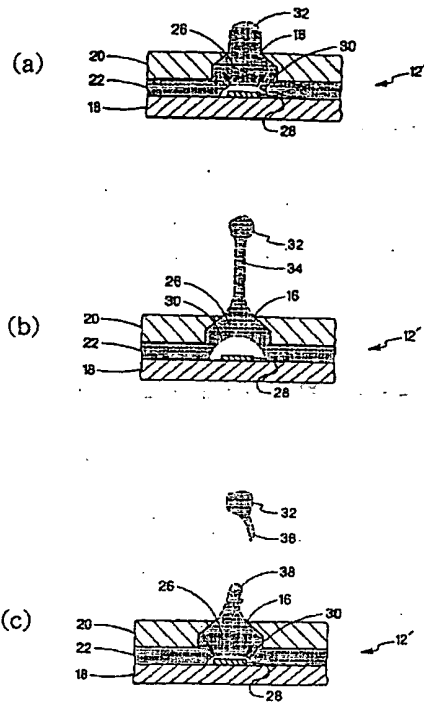
【符号の説明】

- 12 プリントヘッド
- 12' プリントヘッド
- 16 オリフィス
- 18 基板
- 20 オリフィス部材
- 22 液体入口
- 26 チャンバ
- 28 加熱要素
- 30 気泡前面
- 32 液体滴
- 36 テール部

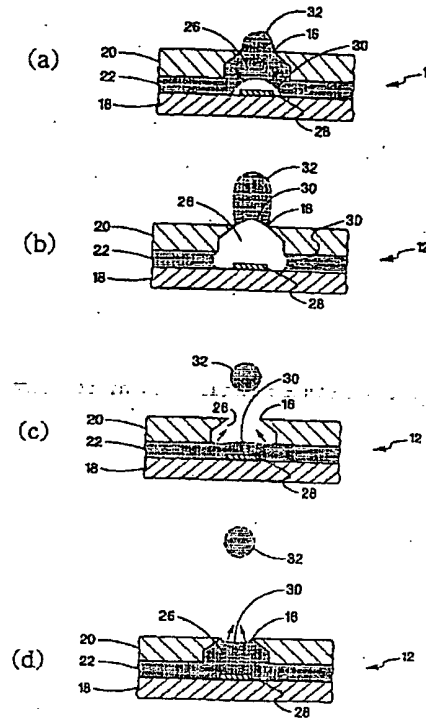
【図4】



【図2】



【図3】



【図5】

